

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Naotaka KOIDE and Yoshifumi KATO
Serial No.: TBA Group Art Unit: TBA
Filed: Herewith Examiner: TBA
For: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE
Customer No.: 27123

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

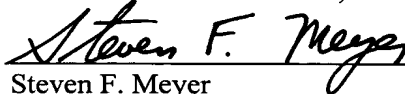
Application(s) filed in: Japan
In the names of: KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI
Serial No(s): 2003-014113
Filing Date(s): January 23, 2003

☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) are submitting a duly certified copy of said foreign application herewith.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: January 23, 2003

By:


Steven F. Meyer
Registration No. 35,613

Correspondence address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月23日
Date of Application:

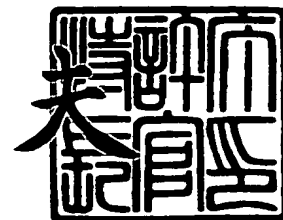
出願番号 特願2003-014113
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-014113]

出願人 株式会社豊田自動織機
Applicant(s):

2003年12月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3101338

【書類名】 特許願

【整理番号】 E-01607

【提出日】 平成15年 1月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05B 37/02
G08G 3/30

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内

【氏名】 小出 直孝

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内

【氏名】 加藤 祥文

【特許出願人】

【識別番号】 000003218

【氏名又は名称】 株式会社豊田自動織機

【代表者】 石川 忠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000620

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 有機電界発光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電流が流されることで光を発する発光層を一对の電極間に有する有機電界発光素子と、当該素子を駆動する駆動装置とを備えた有機電界発光装置であって、

発光層には少なくとも二種の燐光材料が添加され、当該燐光材料は、少なくとも他の一の燐光材料とは発光色が異なり、

駆動装置は、一定の大きさの電流によるパルス幅変調制御によって前記有機電界発光素子を駆動制御する、
ことを特徴とする有機電界発光装置。

【請求項 2】 電流が流されることで光を発する発光層が一对の電極間に少なくとも二層積層された有機電界発光素子と、当該素子を駆動する駆動装置とを備えた有機電界発光装置であって、

各発光層は、それぞれ燐光材料が添加され、各発光層に添加される燐光材料は、少なくとも他の一の発光層に添加された燐光材料とは発光色が異なり、

駆動装置は、一定の大きさの電流によるパルス幅変調制御によって前記有機電界発光素子を駆動制御する、
ことを特徴とする有機電界発光装置。

【請求項 3】 電流が流されることで光を発する発光層を一对の電極間に有する有機電界発光素子と、当該素子を $1 \text{ A} / \text{cm}^2$ 以上の電流により駆動する駆動装置とを備えた有機電界発光装置であって、

発光層には少なくとも二種の蛍光材料が添加され、当該蛍光材料は、少なくとも他の一の蛍光材料とは発光色が異なり、

駆動装置は、一定の大きさの電流によるパルス幅変調制御によって前記有機電界発光素子を駆動制御する、
ことを特徴とする有機電界発光装置。

【請求項 4】 電流が流されることで光を発する発光層が一对の電極間に少なくとも二層積層された有機電界発光素子と、当該素子を $1 \text{ A} / \text{cm}^2$ 以上の電

流により駆動する駆動装置とを備えた有機電界発光装置であって、

各発光層は、それぞれ蛍光材料が添加されてなり、各発光層に添加される蛍光材料は、少なくとも他の一の発光層に添加された蛍光材料とは発光色が異なり、

駆動装置は、一定の大きさの電流によるパルス幅変調制御によって前記有機電界発光素子を駆動制御する、

ことを特徴とする有機電界発光装置。

【請求項 5】 請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の有機電界発光装置において、駆動装置は、パルス幅変調制御の代わりに面積階調制御を行うことを特徴とする有機電界発光装置。

【請求項 6】 請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の有機電界発光装置において、駆動装置は、パルス幅変調制御に加えて面積階調制御を行うことを特徴とする有機電界発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電流を流されることで発光する発光材料が少なくとも二種含有されてなる有機電界発光素子と当該素子の駆動装置とを有する有機電界発光装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

以上のような有機電界発光素子（有機エレクトロルミネッセンス素子）としては、例えば、赤色を発する発光層（赤色発光層）、青色を発する発光層（青色発光層）及び緑色を発する発光層（緑色発光層）が積層されてなる有機電界発光層が陽極と陰極との間に設けられた素子が知られている。この素子は、上記駆動装置を備えた有機電界発光装置に組み込まれ、電極間に電流が流されることで赤色、青色及び緑色を発し、これらの加色として色を表現する。

【0 0 0 3】

また、発光層としては、正孔及び／又は電子の運送機能を担うホストに、蛍光材料や燐光材料などの発光機能を担う発光材料（ドーパント）が少量添加され（

ドーピングされ／含有され）たものが知られている。このように発光材料が添加された発光層における発光メカニズムは以下のように考えられている。

(1) ホストによる正孔及び／又は電子の輸送

ホストが、陽極側から注入された正孔、及び／又は陰極側から注入された電子を輸送する。

(2) ホストの励起子化

正孔と電子とが再結合することでホストが励起子（励起状態）になる。

(3) エネルギーの発光材料への移動

励起子となったホストから隣接する発光材料へエネルギーが移動する。

(4) 発光材料の基底状態への遷移

発光材料が、基底状態へ遷移する際に、光（エレクトロルミネッセンス）を発する。

【0 0 0 4】

以上のようにホスト材料が正孔及び／又は電子の輸送機能を担い、発光材料が発光機能を担う発光層では、発光材料によって発光色が決定される。したがって、赤色発光層には赤色発光材料を添加させ、青色発光層には青色発光材料を添加させ、緑色発光層には緑色発光材料を添加させる。

【0 0 0 5】

一方、ホスト材料に発光材料が添加された発光層では、電流密度を高くすると、励起子（ホスト）から発光材料へエネルギーの移動が起こるよりも励起子同士がぶつかる確率が高くなる「濃度消光」が起こりやすくなり、発光効率が低くなるという現象が報告されている（例えば非特許文献1を参照。）。この現象は、燐光材料が添加された発光層においては「T-Tアニヒレーション」現象と呼ばれ、蛍光材料が添加された発光層においては「S-Sアニヒレーション」現象と呼ばれている。

つまり、上記現象（T-Tアニヒレーション現象やS-Sアニヒレーション現象）は、有機電界発光素子が、流される電流の大きさが大きくなるごとに発光効率が低下する傾向（程度）といえることができる。

なお、発光効率（％）は、「発光層への正孔と電子の注入効率×正孔並びに電

子の注入効率×内部量子効率×係数」で表され、量子効率とも言われる。この係数は、蛍光材料の場合には、常温で発光に寄与する電子のスピン状態（一重項状態）が占める比率0.25が用いられ、燐光材料の場合には、常温ではすべてのスピン状態（一重項状態及び三重項状態）が発光に寄与するために1が用いられる。

【0006】

また、発光層における上記現象（傾向）は、添加される発光材料によって異なることも知られている。一般には図6に示すように、電流密度が低い場合にはどのような発光材料を含む発光層（A、B、C）であっても発光効率は概略同じであるが、電流密度が高くなると発光層に含まれる発光材料の種類によって発光効率がそれぞれ異なるものとなる。

【0007】

つまり、素子に流される電流の大きさが小さいときには、どのような発光材料が添加されている発光層であっても発光効率は同様に高い（100%に近い）ので概略同一となる。

素子に流される電流の大きさが大きいときには、各発光層は、添加されている発光材料によって濃度消光の度合いが異なったものとなり、発光効率が概略同一とは言えなくなる。

【0008】

さらに、上記現象は、燐光材料が添加された発光層を有する有機電界発光素子や、蛍光材料が添加された発光層を有し、 1 A/cm^2 以上の大きさが流される有機電界発光素子においては顕著であることも知られている。

【0009】

【非特許文献1】

M. A. Baldo, C. Adachi, and S. R. Forrest, Transient analysis of organic electrophosphorescence, The American Physical Society, 15 OCTOBER 2000, VOLUME 62, NUMBER 16,

p. 1 0 9 6 7 - 1 0 9 7 7

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

上記したように複数の発光層からなる有機電界発光素子を備えた有機電界発光装置であって、発光材料として燐光材料を用いる場合や、発光材料として蛍光材料を用い、かつ、 $1 \text{ A} / \text{cm}^2$ 以上の電流密度により駆動する場合には、一の電流密度により色バランスをとっても、他の電流密度にすると色バランスが崩れてしまう。すなわち色度が変化してしまう。

例えば、図 6 に示す、それぞれ異なる発光材料が添加された発光層 A、B 及び C が積層され、電流密度 i において白色発光が得られるように各発光層の膜厚や各発光材料のドーピング量を調整された有機電界発光素子（装置）であっても、電流密度が図 6 に示す i の場合には白色が得られない。つまり、一定の電流密度で色バランスをとっても（色度を調整しても）、他の電流密度で駆動した場合には色バランスが崩れてしまう（他の色度の光が発せられてしまう）。

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記問題に鑑みなされたものであり、複数の燐光材料が添加された有機電界発光装置において、一定の大きさの電流により有機電界発光素子を駆動することで、階調制御を行っても色度の変化がほぼない有機電界発光装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 2 】

また、複数の蛍光材料が添加され、 $1 \text{ A} / \text{cm}^2$ 以上の電流密度で駆動する有機電界発光装置において、一定の大きさの電流により有機電界発光素子を駆動することで、階調制御を行っても色度の変化がほぼない有機電界発光装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明に係る有機電界発光装置は、電流が流されることで光を発する発光層を一对の電極間に有する有機電界発光素子と、当該素子を駆動する駆動装置とを備える。

発光層には少なくとも二種の燐光材料が添加され、燐光材料は、少なくとも他の一の燐光材料とは発光色が異なる。

駆動装置は、一定の大きさの電流によるパルス幅変調制御によって有機電界発光素子を駆動制御する（発光させる）。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る他の有機電界発光装置は、電流が流されることで光を発する発光層が一对の電極間に少なくとも二層積層された有機電界発光素子と、当該素子を駆動する駆動装置とを備える。

各発光層は、それぞれ燐光材料が添加され、各発光層に添加される燐光材料は、少なくとも他の一の発光層に添加された燐光材料とは発光色が異なる。

駆動装置は、一定の大きさの電流によるパルス幅変調制御によって有機電界発光素子を駆動制御する（発光させる）。

【 0 0 1 5 】

本発明に係るさらに別の有機電界発光装置は、電流が流されることで光を発する発光層を一对の電極間に有する有機電界発光素子と、当該素子を 1 A/cm^2 以上の電流により駆動する駆動装置とを備える。

発光層には少なくとも二種の蛍光材料が添加され、蛍光材料は、少なくとも他の一の蛍光材料とは発光色が異なる。

駆動装置は、一定の大きさの電流によるパルス幅変調制御によって有機電界発光素子を駆動制御する（発光させる）。

【 0 0 1 6 】

本発明に係るその他の有機電界発光装置は、電流が流されることで光を発する発光層が一对の電極間に少なくとも二層積層された有機電界発光素子と、当該素子を 1 A/cm^2 以上の電流により駆動する駆動装置とを備える。

各発光層は、それぞれ蛍光材料が添加され、各発光層に添加される蛍光材料は、少なくとも他の一の発光層に添加された蛍光材料とは発光色が異なる。

駆動装置は、一定の大きさの電流によるパルス幅変調制御によって前記有機電界発光素子を駆動制御する（発光させる）。

【 0 0 1 7 】

なお、第一～第四の有機電界発光装置は、パルス幅変調制御の代わりに面積階調制御を行ってもよい。また、パルス幅変調制御に加えて面積階調制御を行ってもよい。

【0 0 1 8】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る実施の形態について詳細に説明する。まず、第一の有機電界発光装置について説明する。

なお、本明細書においては、適宜、有機電界発光素子を構成する各発光層が積層されてなる層のことを有機電界発光層と表記する。

【0 0 1 9】

《第一の有機電界発光装置》

第一の有機電界発光装置は、燐光材料を添加された発光層を少なくとも二層有する有機電界発光素子と、当該素子をパルス幅変調制御する駆動装置とを備える。

【0 0 2 0】

[有機電界発光素子]

本実施の形態に係る有機電界発光素子（有機エレクトロルミネッセンス素子、有機発光ダイオード）は、一对の電極間に、電流が流されることで光を発する発光層が少なくとも二層積層された自発光素子である。この素子における各発光層は、それぞれ燐光材料が添加され、各発光層に添加される燐光材料は、有機電界発光素子を形成する少なくとも他の一の発光層に添加される燐光材料とは発光色が異なる。つまり、この有機電界発光素子における有機電界発光層には、添加される燐光材料が異なる発光層があり、少なくとも二つの（ピークの）波長の光を発する。

【0 0 2 1】

〈層構成〉

本実施の形態に係る有機電界発光素子には、有機電界発光層に使用する化合物の正孔注入機能や正孔輸送機能、電子注入機能、電子輸送機能等を考慮し、所望に応じて、有機電界発光層以外にこれらの機能を補助する層を設けることができ

る。例えば、正孔注入機能及び正孔輸送機能を有する正孔注入輸送層を設けたり、電子注入機能及び電子輸送機能を有する電子注入輸送層を設けたりすることもできる。

【0 0 2 2】

(単層構造)

当然、有機電界発光層の上記各機能が良好な場合には、陽極／有機電界発光層／陰極の順に積層された素子（一層型素子）の構成とすることもできる。

【0 0 2 3】

(積層構造)

上記したように、有機電界発光層の代わりに又は有機電界発光層を補助するために、正孔注入機能及び正孔輸送機能を担う正孔注入輸送層や、電子注入機能及び電子輸送機能を担う電子注入輸送層を設けてもよい。

また、それぞれの層や発光層は、それぞれ一層構造であってもよく、多層構造であってもよい。例えば、正孔注入輸送層は、正孔注入機能を担う層（正孔注入層）と正孔輸送機能を担う層（正孔輸送層）との積層構造としてもよい。電子注入輸送層は、電子注入機能を担う層（電子注入層）と電子輸送機能を担う層（電子輸送層）との積層構造としてもよい。

【0 0 2 4】

(具体的層構成)

本実施の形態に係る有機電界発光素子の層構成は、特に限定されるものではなく、例えば以下の層構成を採用することもできる。

陽極／正孔注入層／正孔輸送層／有機電界発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極

陽極／正孔注入層／正孔輸送層／有機電界発光層／電子注入輸送層／陰極

陽極／正孔注入輸送層／有機電界発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極

陽極／正孔注入輸送層／有機電界発光層／電子注入輸送層／陰極

陽極／正孔注入層／正孔輸送層／有機電界発光層／陰極

陽極／有機電界発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極

陽極／正孔注入輸送層／有機電界発光層／陰極

陽極／有機電界発光層／電子注入輸送層／陰極

陽極／有機電界発光層／陰極

【0025】

また、以上の各構成であっても、発光層（有機電界発光層 13）は、正孔輸送機能、正孔注入機能、電子注入機能及び／又は電子輸送機能を備えていてもよい。

以下、図 1 に示す陽極 11／正孔注入輸送層 12／有機電界発光層 13／電子注入輸送層 14／陰極 15 の層構成の有機電界発光素子 1 に基づいて説明を行うが、上記した各層の機能に着目し、材料等を適宜変更することで他の層構成の有機電界発光素子も得られる。

【0026】

〈発光メカニズム：各層の関係〉

図 1 に示す有機電界発光素子 1 は、基板 2 の一方の面上に陽極 11、正孔注入輸送層 12、有機電界発光層 13、電子注入輸送層 14、陰極 15 の順に積層されてなる。なお、本明細書では、適宜、基板上に有機電界発光素子が形成されたデバイスを有機電界発光デバイスと表記する。

図 1 に示す有機電界発光デバイス 10 は、陽極 11 及び陰極 15 が電気導体を介して駆動装置（外部電源）3 と接続され、有機電界発光素子 1 に電流が流され、有機電界発光層 13 で発光がおこる。この発光のメカニズムは以下のように考えられている。

【0027】

正孔注入輸送層 12 は、陽極 11 から注入された正孔（正電荷キャリア）を有機電界発光層 13 へ輸送（運搬）する。電子注入輸送層 14 は、陰極 15 から注入された電子（負電荷キャリア）を有機電界発光層 13 へ輸送する。有機電界発光層 13 では、ホストが、注入された正孔と電子とを輸送し再結合して励起子となる。そして、ホスト（励起子）のエネルギーが燐光材料へ移動し、燐光材料が基底状態に戻る際に光（エレクトロルミネセンス）が発生する。

なお、正孔注入輸送層 12 及び電子注入輸送層 14 は、それぞれの電極から有機電界発光層 13 へのキャリア注入に対する障壁を、これらの層がない有機電界

発光素子に比べて低くする。その結果、有機電界発光素子 1 の発光に必要な駆動電圧を、これらの層が設けられていない素子よりも下げることができる。

【0 0 2 8】

〈光取り出し方向〉

有機電界発光素子 1 は、有機電界発光層 1 3 から発せられた光を基板 2 方向に取り出すように設計してもよく、基板 2 とは反対方向に取り出すように設計してもよく、両側に取り出すように設計してもよい。

【0 0 2 9】

基板 2 側から光を取り出す構成を下方光取り出し構成（基板光取り出し構成、ボトムエミッション）と呼ぶ。この構成では、有機電界発光層 1 3 を基準にして基板 2 側にある層が透明若しくは半透明である必要がある。図 1 の有機電界発光素子 1 において下方光取り出し構成を採用する場合には、正孔注入輸送層 1 2、陽極 1 1 及び基板 2 が透明若しくは半透明である必要がある。また一般には、有機電界発光層 1 3 を基準にして基板 2 とは反対側に金属などで構成された反射層が設けられる。例えば、電極（図 1 の構成では陰極 1 5）を金属などで構成し、反射層として機能させてもよい。

なお、本明細書における「透明若しくは半透明」とは、「有機電界発光素子 1 から取り出す光を透過する」ということであり、透明若しくは半透明な層は好ましくはこの光の透過率が 5 0 % 以上に設計される。一般には、可視光（3 8 0 n m ～ 8 0 0 n m 程度の波長の光）を透過するように設計される。

【0 0 3 0】

基板 2 とは反対側から光を取り出す構成を上方光取り出し構成（トップエミッション）と呼ぶ。この構成では、有機電界発光層 1 3 を基準にして基板 2 とは反対側にある層が透明若しくは半透明である必要がある。図 1 の有機電界発光素子 1 において上方光取り出し構成を採用する場合には、電子輸送層 1 4 及び陰極 1 5 が透明若しくは半透明である必要がある。また一般には、有機電界発光層 1 3 を基準にして基板 2 側には金属などで構成された反射層が設けられる。例えば、電極（図 1 の構成では陽極 1 1）を、金属などで構成し、反射層として機能させてもよい。

【0031】

基板2側及び基板2とは反対側から（両側から）光を取り出す構成を透過型（透明型）と呼ぶ。この構成では、有機電界発光素子1を構成するすべての層が透明若しくは半透明である必要がある。

【0032】

なお、図1には基板2上に陽極11から順に有機電界発光素子1が積層された有機電界発光デバイス10を示したが、基板2上に陰極15から順に有機電界発光素子1が積層されたデバイスであってもよい。

【0033】

〈基板2〉

基板2は、有機電界発光素子1を支える、主として板状の部材である。有機電界発光素子1は、構成する各層が非常に薄いため、一般に基板2によって支えられた有機電界発光デバイス10として作製される。

基板2は、有機電界発光素子1が積層される部材であるため、平面平滑性を有していることが好ましい。

【0034】

なお、前記したように、下方光取り出し構成を採用する場合には、取り出す光（取り出す必要のある光）に対して透明又は半透明である必要がある。

また、基板2上に他の材料を積層させた多層膜基板とし、有機電界発光デバイス10の光特性等を向上／変化させてもよい。例えば、基板2上に低屈折率のシリカエアロゲルの薄膜を積層して光の取り出し効率を向上させてもよい。また、カラーフィルタ膜や色変換膜、誘電体反射膜、無機誘導体膜等を積層し、取り出し光の発光スペクトルを変化させてもよい。

【0035】

基板2としては、上記した性能を有していれば公知のものを用いることができる。一般には、ガラス基板やシリコン基板、石英基板などのセラミックス基板や、プラスチック基板が選択される。また、金属基板や支持体に金属泊を形成した基板なども用いられる。さらに、同種又は異種の基板を複数組み合わせ合わせた複合シートからなる基板を用いることもできる。

【0036】

ガラス基板は、一般に耐熱性や透湿性、表面平滑性に優れており、青板ガラスや白板ガラス、石英ガラス等が選択される。なお、青板ガラスを選択する場合には、ガラスに含まれるアルカリやアルカリ土類などのイオンが有機電界発光素子 1 内に拡散することを防止するために、 SiO_2 などの無機材料等によるパッシベーション膜を、少なくとも基板 2 と有機電界発光素子 1 との間に設けるとよい。

【0037】

プラスチック基板は、一般に、薄く、軽く、割れにくく、フレキシブルであるという特徴を有する。材料としては、平面平滑性を有し、かつ、耐熱性や耐溶剤性、寸法安定性、耐衝撃性、防湿性に優れたものが選択される。また、湿気や酸素などが透過しないようにする、防湿性に優れた材料が好ましく採用される。このような材料としては、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリスルホン、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルサルファイド、シクロオレフィンポリマー、ポリメチルメタクリレート等が挙げられる。

なお、防湿性を向上させるために、シリコン窒化膜やシリコン酸化膜、シリコン酸化窒化膜等のパッシベーション膜を基板 2 上に積層してもよい。また、平面平滑性を向上させるためにキャスト法で作成した基板を用いてもよい。

【0038】

シリコン基板は、駆動装置（駆動素子）3 をシリコンに作り込むことが可能になり、高精細なマイクロELディスプレイなどを作れる。一般に上方光上取り出し構成となる。

【0039】

〈陽極 11〉

陽極 11 は、有機層（図 1 の構成では正孔注入輸送層 12）に正孔（ホール）を注入する電極である。したがって、陽極 11 形成用の材料は、上記性質（正孔注入機能）を陽極 11 に付与する材料がよく、一般には金属、合金、電気伝導性の化合物及びこれらの混合物等、公知の材料が選択され、表面（有機層と接する

面)の仕事関数が4 eVになるように製造される。

なお、本明細書においては、適宜、有機電界発光素子における一对の電極の間にある層のことを有機層と表記する。

陽極11用の材料としては、例えば以下のものがある。

【0040】

ITO（インジウムスズオキサイド）、IZO（インジウム亜鉛オキサイド）、酸化スズ、酸化亜鉛、亜鉛アルミニウム酸化物、窒化チタン等の金属酸化物や金属窒化物；

金、白金、銀、銅、アルミニウム、ニッケル、コバルト、鉛、クロム、モリブデン、タングステン、タンタル、ニオブ等の金属；

これらの金属の合金やヨウ化銅の合金等、

ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリフェニレンビニレン、ポリ（3-メチルチオフェン）、ポリフェニレンスルフィド等の導電性高分子など。

【0041】

陽極11は、上記したような材料一種のみで形成してもよく、複数を混合して形成してもよい。また、同一組成又は異種組成の複数層からなる複層構造であってもよい。

【0042】

陽極11の抵抗が大きい場合には、補助電極を設けて抵抗を下げるとよい。補助電極は、銅、クロム、アルミニウム、チタン、アルミニウム合金等の金属もしくはこれらの積層物が陽極11に部分的に併設された電極である。

【0043】

陽極11は、上記したような材料を用いて、スパッタリング法やイオンプレーティング法、真空蒸着法、スピンコート法、電子ビーム蒸着法などの公知の薄膜形成法によって形成される。

また、表面の仕事関数が高くなるようにオゾン洗浄や酸素プラズマ洗浄を行うとよい。素子の短絡や欠陥の発生を抑制するためには、粒径を微小化する方法や成膜後に研磨する方法により、表面の粗さを二乗平均値として20 nm以下に制

御するとよい。

【0044】

陽極11の膜厚は、使用する材料にもよるが、一般に5nm～1μm程度、好ましくは10nm～1μm程度、さらに好ましくは10～500nm程度、特に好ましくは10nm～300nm程度、望ましくは10～200nmの範囲で選択される。

【0045】

陽極11のシート電気抵抗は、好ましくは、数百オーム/シート以下、より好ましくは、5～50オーム/シート程度に設定される。

【0046】

また、陽極11は、有機電界発光層13よりも光取り出し側に設けられる場合には、取り出す光に対して透明又は半透明である必要がある。一般には取り出す光に対する透過率が10%よりも大きくなるように設定される。可視光領域の光を取り出す場合には、可視光領域で透過率の高いITOが好適に用いられる。

【0047】

〈正孔注入輸送層12〉

正孔注入輸送層12は、陽極11と有機電界発光層13との間に設けられた層であり、陽極11から正孔が注入され、注入された正孔を有機電界発光層13へ輸送する層である。一般に、正孔注入輸送層12のイオン化エネルギーは、陽極11の仕事関数と有機電界発光層13のイオン化エネルギーの間になるように設定され、通常は5.0eV～5.5eVに設定される。図1に示す有機電界発光素子1は、上記機能を有する正孔注入輸送層12を備えるために次のような性質を有する。

- ・駆動電圧が低い。
- ・陽極11から有機層（有機電界発光層13）への正孔注入が安定化するので素子が長寿命化する。
- ・陰極11と素子（有機層）との密着性が上がるため、発光面の均一性が高い。
- ・陽極11の突起などを被覆し素子欠陥を減少できる。

【0048】

正孔注入輸送層 12 形成用の材料としては、正孔注入輸送層 12 に前記した性質を付与するものであれば特に制限はなく、光伝導材料の正孔注入材料として用いることができる公知の材料や、有機電界発光素子の正孔注入輸送層に使用されている公知の材料などの中から任意の材料を選択して用いることができる。

【0049】

正孔注入輸送層 12 形成用の材料としては、例えば、フタロシアニン誘導体やトリアゾール誘導体、トリアリールメタン誘導体、トリアリールアミン誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、ピラゾリン誘導体、ピラズロン誘導体、ポリシラン誘導体、イミダゾール誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、ポルフィリン化合物、ポリアリールアルカン誘導体、ポリフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリ-N-ビニルカルバゾール誘導体など)、チオフェンオリゴマーなどの導電性高分子オリゴマー、銅フタロシアニン、テトラ (t-ブチル) 銅フタロシアニン等の金属フタロシアニン類や無金属フタロシアニン類、キナクリドン化合物、芳香族第三級アミン化合物、スチリルアミン化合物などを挙げることができる。

【0050】

トリアリールアミン誘導体としては、例えば、4, 4'-ビス [N-フェニル-N-(4"-メチルフェニル) アミノ] ビフェニル、4, 4'-ビス [N-フェニル-N-(3"-メチルフェニル) アミノ] ビフェニル、4, 4'-ビス [N-フェニル-N-(3"-メトキシフェニル) アミノ] ビフェニル、4, 4'-ビス [N-フェニル-N-(1"-ナフチル) アミノ] ビフェニル、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ビス [N-フェニル-N-(3"-メチルフェニル) アミノ] ビフェニル、1, 1'-ビス [4'-[N, N-ジ (4"-メチルフェニル) アミノ] フェニル] シクロヘキサン、9, 10-ビス [N-(4'-メチルフェニル)-N-(4"-n-ブチルフェニル) アミノ] フェナントレン、3, 8-ビス (N, N-ジフェニルアミノ) -6-フェニルフェナントリジン、4-メチル-N, N-ビス [4", 4' ' ' -ビス [N', N' ' -ジ (4-メチルフ

フェニル) アミノ] ビフェニル-4-イル] アニリン、N, N' -ビス [4- (ジフェニルアミノ) フェニル] -N, N' -ジフェニル-1, 3-ジアミノベンゼン、N, N' -ビス [4- (ジフェニルアミノ) フェニル] -N, N' -ジフェニル-1, 4-ジアミノベンゼン、5, 5'' -ビス [4- (ビス [4-メチルフェニル] アミノ) フェニル] -2, 2' : 5', 2'' -ターチオフェン、1, 3, 5-トリス (ジフェニルアミノ) ベンゼン、4, 4', 4'' -トリス (N-カルバゾリル) トリフェニルアミン、4, 4', 4'' -トリス [N- (3', ' -メチルフェニル) -N-フェニルアミノ] トリフェニルアミン、4, 4', 4'' -トリス [N, N-ビス (4', ' ' -tert-ブチルビフェニル-4'' -イル) アミノ] トリフェニルアミン、1, 3, 5-トリス [N- (4' -ジフェニルアミノフェニル) -N-フェニルアミノ] ベンゼンなどを挙げることができる。

【0051】

ポルフィリン化合物としては、例えば、ポルフィン、1, 10, 15, 20-テトラフェニル-21H, 23H-ポルフィン銅 (II)、1, 10, 15, 20-テトラフェニル-21H, 23H-ポルフィン亜鉛 (II)、5, 10, 15, 20-テトラキス (ペンタフルオロフェニル) -21H, 23H-ポルフィン、シリコンフタロシアニンオキシド、アルミニウムフタロシアニクロリド、フタロシアニン (無金属)、ジリチウムフタロシアニン、銅テトラメチルフタロシアニン、銅フタロシアニン、クロムフタロシアニン、亜鉛フタロシアニン、鉛フタロシアニン、チタニウムフタロシアニンオキシド、マグネシウムフタロシアニン、銅オクタメチルフタロシアニンなどを挙げることができる。

【0052】

芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物としては、例えば、N, N, N', N' -テトラフェニル-4, 4' -ジアミノフェニル、N, N' -ジフェニル-N, N' -ビス- (3-メチルフェニル) - [1, 1' -ビフェニル] -4, 4' -ジアミン、2, 2-ビス (4-ジ-p-トリルアミノフェニル) プロパン、1, 1-ビス (4-ジ-p-トリルアミノフェニル) シクロヘキサン、N, N, N', N' -テトラ-p-トリル-4, 4' -ジアミノフェニル、1

, 1-ビス(4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン、ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)フェニルメタン、ビス(4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル)フェニルメタン、N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ(4-メトキシフェニル)-4, 4'-ジアミノビフェニル、N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノフェニルエーテル、4, 4'-ビス(ジフェニルアミノ)クオードリフェニル、N, N, N-トリ(*p*-トリル)アミン、4-(ジ-*p*-トリルアミノ)-4'-[4(ジ-*p*-トリルアミノ)スチリル]スチルベン、4-N, N-ジフェニルアミノ-(2-ジフェニルビニル)ベンゼン、3-メトキシ-4'-N, N-ジフェニルアミノスチルベンゼン、N-フェニルカルバゾールなどを挙げることができる。また、芳香族ジメチリジン系化合物も、正孔注入層の材料として使用することができる。

【0053】

正孔注入輸送層12は、上記したような材料の一種から形成してもよく、複数の材料を混合して形成してもよい。また、同一組成又は異種組成の複数層からなる複層構造であってもよい。

【0054】

正孔注入輸送層12は、正孔注入輸送層12材料を陽極11上に、例えば真空蒸着法やスピコート法、キャスト法、LB法等の公知の薄膜成膜法によって形成すればよい。

正孔注入輸送層12の膜厚は、選択する材料にもよるが、通常は5nm~5μmである。

【0055】

なお、正孔注入輸送層12は、有機電界発光層13よりも光取り出し側に設けられる場合には、取り出す光に対して透明又は半透明である必要がある。そのため、上記したような正孔注入輸送層12を形成可能な材料の中から、薄膜化された際に上記光に対して透明又は半透明な材料が適宜選択され、一般には取り出す光に対する透過率が10%よりも大きくなるように設定される

【0056】

〈有機電界発光層13〉

本実施の形態に係る有機電界発光層 1 3 は、第一の波長の光を発する発光層（第一発光層）1 3 1 と第二の波長の光を発する発光層（第二発光層）1 3 2 とが積層されて形成される。例えば、第一発光層 1 3 1 が赤色を発光し、第二発光層 1 3 2 が青色や緑色などの赤色以外の光を発するように設定される。より詳細には、第一発光層 1 3 1 から発せられる光のピーク波長と、第二発光層 1 3 2 から発せられる光のピーク波長とが異なるように設定される。

なお、第三発光層などの他の発光層をさらに設けてもよい。例えば、第一～第三の発光層がそれぞれ赤色、青色、緑色を発光するようにしてもよい。当然、同一の光を発する発光層を設けてもよい。

【0 0 5 7】

各発光層 1 3 1、1 3 2 には、それぞれホスト及び燐光材料が添加される。

ホストは、正孔輸送注入層 1 2 から正孔を注入される機能、電子輸送注入層 1 4 から電子を注入される機能、及び正孔並びに電子を輸送する機能を備え、正孔と電子とを再結合させて励起状態となる。励起状態となったホストは、近接したドーパントへエネルギーを移動する。

【0 0 5 8】

燐光材料は、燐光性の材料（燐光色素、燐光ドーパント）であり、ホストからのエネルギーを得て基底状態に遷移する際に発光する、常温において励起状態の一重項及び三重項から発光を取り出すことのできる材料である。燐光材料の添加量（ドーパ量）は、一般には、ホストに対して 0 . 0 1 重量%以上 1 5 重量%以下とされる。

【0 0 5 9】

ホストは、前記した機能を備えていればよく、燐光材料を含む発光層のホストとして用いられる公知の材料を用いることができる。例えば、ジスチリルアリレーン誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、ジスチリルアミン誘導体、キノリノラト系金属錯体、トリアリールアミン誘導体、アゾメチン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ピラゾロキノリン誘導体、シロール誘導体、ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、ジカルバゾール誘導体、ペリレン誘導体、オリゴチオフェン誘導体、クマリン誘導体、ピレン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ベン

ゾピラン誘導体、ユーロピウム錯体、ルブレン誘導体、キナクリドン誘導体、トリアゾール誘導体、ベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体が挙げられる。一般には、エネルギーギャップが大きく、特に三重項ギャップが大きい材料として、カルバゾール系材料やバソクプロインなどが用いられる。

【0060】

燐光材料は、常温において励起状態における一重項状態及び三重項状態からの発光を利用できる材料であれば特に限定なく、有機電界発光層用の燐光材料として選択される公知の材料を用いることができる。一般には燐光発光性の重金属錯体を用いられることが多い。

例えば、緑色燐光材料としては、トリス（2-フェニルピリジン）イリジウムを用いることができる。赤色燐光材料としては、2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-オクタエチル-2,1H-2,3H-ポルフィンプラチナ（II）を用いることができる。また、これらの材料の中心金属を他の金属又は非金属に変えてもよい。

【0061】

また、同一発光層内に燐光材料を複数添加したり、燐光材料以外のドーパントをドーピングしたりしてもよい。これにより、発光色が混色化したり、二以上の光を発したり、ホストから低エネルギーの第一ドーパントへエネルギー移動した後、より低いエネルギーの第二ドーパントへエネルギーを効率よく移動させたりすることが可能になる。

【0062】

有機電界発光層 13 は、例えば真空蒸着法やスピンコート法、キャスト法、LB 法等の公知の薄膜成膜法により、正孔輸送注入層 12 上に、第一発光層 131 及び第二発光層 132 を順次設けることで形成できる。

第一発光層 131 や第二発光層 132 などの発光層を形成する各層の膜厚は、採用する材料（ホスト及び燐光材料）にもよるが、一般には 1 nm～100 nm 程度であり、好ましくは 2～50 nm 程度である。

【0063】

なお、有機電界発光層 13（有機電界発光素子 1）が発する光（エレクトロル

ミネッセンス)の調整は、各発光層131、132等に添加する燐光材料の種類
の選択と、添加量の調整、膜厚の調整によって行える。

例えば、第一発光層131に赤色を発する燐光材料を添加させ、第二発光層1
32に緑色を発する燐光材料を添加させ、図示しない第三発光層に青色を発する
燐光材料を添加させる。そして、有機電界発光素子1に電流が流された際に、各
発光層から発せられる光が加色して白色などの任意の色になるように、各発光層
における燐光材料の添加量や各発光層の膜厚を設定する。これにより、有機電界
発光素子1から任意の色が発せられる。

【0064】

また、以上のように用いる材料の選択や燐光材料の添加量(添加割合)の設定
、膜厚の設定以外にも、有機電界発光素子1の発光色の調整手法には以下のよう
な手法もある。これらの一又は複数の手法を用いて発光色を調整すればよい。

- ・発光層1や発光層1よりも光取り出し側にある層(基板2を含む)に、波長を
変換する材料を添加して発光色を調整する手法。

この材料としては公知の波長変換材料を用いることができる。

- ・発光を促進したり阻害したりする材料を添加して発光色を調整する手法。

例えば、燐光状態のホストからエネルギーを受け取り、このエネルギーを燐光
材料へ移すドーパントを添加し、ホストから燐光材料へのエネルギー移動を容易
にすることができる。このドーパントとしては、公知の材料から適宜選択され、
例えば上記したホストや燐光材料として利用できる材料から選択されることがあ
る。

- ・発光層1よりも光取り出し側にカラーフィルタを設けて調整する手法。

カラーフィルタは、透過する波長を限定することで発光色を調整する。カラー
フィルタとしては、例えば青色のフィルターとしては酸化コバルト、緑色のフィ
ルターとしては酸化コバルトと酸化クロムの混合系、赤色のフィルターとしては
酸化鉄などの公知の材料を用い、例えば真空蒸着法などの公知の薄膜成膜法を用
いて基板2上に形成してもよい。

【0065】

〈電子注入輸送層14〉

電子注入輸送層 14 は、陰極 15 と有機電界発光層 13 との間に設けられた層であり、陰極 15 から注入された電子を有機電界発光層 13 へ輸送する層である。図 1 に示す有機電界発光素子 1 は、上記性質を有する電子注入輸送層 14 を有するために次のような性質を有する。

- ・ 駆動電圧が低い。
- ・ 陰極 15 から有機層（有機電界発光層 13）への電子注入が安定化するために長寿命である。
- ・ 陰極 15 と素子（有機層）との密着性が上がるため、発光面の均一性が高くなる。
- ・ 陰極 15 の突起などを被覆し、素子欠陥を減少できる。

【0066】

電子注入輸送層 14 形成用の材料としては、光伝導材料の電子注入材料として用いることができる公知の材料や、有機電界発光素子の電子注入輸送層に使用されている公知の材料の中から任意の材料が選ばれ、一般的には電子親和力が陰極 15 の仕事関数と発光層 13 の電子親和力の間になるような材料が用いられる。

【0067】

電子注入輸送層 14 形成用の材料としては、具体的には、1, 3-ビス[5'-(p-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール-2'-イル]ベンゼンや 2-(4-ビフィニルイル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾールなどのオキサジアゾール誘導体や；3-(4'-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4"-ビフェニル)-1, 2, 4-トリアゾールなどのトリアゾール誘導体；なども用いることができる。トリアジン誘導体、ペリレン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、ニトロ置換フルオレノン誘導体、チオピランジオキサイド誘導体、アントラキノジメタン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、ナフタレンペリレンなどの複素環テトラカルボン酸無水物、カルボジイミド、フルオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン誘導体、アントロン誘導体、ジスチリルピラジン誘導体等も用いることができる。

【0068】

また、ビス（10-ベンゾ[h]キノリノラート）ベリリウム、5-ヒドロキシフラボンのベリリウム塩、5-ヒドロキシフラボンのアルミニウム塩などの有機金属錯体も好適に選択されるが、8-ヒドロキシキノリンまたはその誘導体の金属錯体も特に好適に選択される。具体例としては、オキシシン（一般に8-キノリノール又は8-ヒドロキシキノリン）のキレートを含む金属キレートオキシノイド化合物、例えばトリス（8-キノリノール）アルミニウムやトリス（5,7-ジクロロ-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（5,7-ジブromo-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（2-メチル-8-キノリノール）アルミニウムなどが挙げられる。また、これらの金属錯体の中心金属がインジウム、マグネシウム、銅、カルシウム、スズ又は鉛に置き代わった金属錯体なども挙げられる。メタルフリーあるいはメタルフタロシアニン又はそれらの末端がアルキル基、スルホン基などで置換されているものも好ましく用いられる。

【0069】

電子注入輸送層14は、上記したような材料一種のみで形成してもよく、複数を混合して形成してもよい。また、同一組成又は異種組成の複数層からなる複層構造であってもよい。

【0070】

電子輸送注入層14は、上記したような材料を用いて、スパッタリング法やイオンプレーティング法、真空蒸着法、スピンコート法、電子ビーム蒸着法などの公知の薄膜形成法によって形成される。

電子注入輸送層14の膜厚は、用いる材料によっても異なるが、通常は5 nm～5 μmである。

【0071】

なお、電子注入輸送層14は、有機電界発光層13よりも光取り出し側に設けられる場合には、取り出す光に対して透明又は半透明である必要がある。そのため、上記したような電子注入輸送層14を形成可能な材料の中から、薄膜化された際に上記光に対して透明又は半透明な材料が適宜選択され、一般には取り出す光に対する透過率が10%よりも大きくなるように設定される。

【0072】

〈陰極 15〉

陰極 15 は、有機層（図 1 の構成では電子注入輸送層 14）に電子を注入する電極であり、電子注入効率を高くするために仕事関数が例えば 4.5 eV 未満、一般には 4.0 eV 以下、典型的には 3.7 eV 以下の金属や合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物が電極物質として採用される。

【0073】

以上のような電極物質としては、例えば、リチウム、ナトリウム、マグネシウム、金、銀、銅、アルミニウム、インジウム、カルシウム、スズ、ルテニウム、チタニウム、マンガン、クロム、イットリウム、アルミニウム－カルシウム合金、アルミニウム－リチウム合金、アルミニウム－マグネシウム合金、マグネシウム－銀合金、マグネシウム－インジウム合金、リチウム－インジウム合金、ナトリウム－カリウム合金、ナトリウム－カリウム合金、マグネシウム／銅混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム混合物などが挙げられる。また、陽極 11 に用いられる材料として採用できる材料も使用できる。

【0074】

陰極 15 は、以上のような材料単独で形成してもよいし、複数の材料によって形成してもよい。例えば、マグネシウムに銀や銅を 5%～10% 添加させれば、陰極の酸化を防止でき、また陰極 15 の有機層との接着性も高くなる。

【0075】

また、陰極 15 は、同一組成又は異種組成の複数層からなる複層構造であってもよい。例えば以下のような構造にしてもよい。

・陰極 15 の酸化を防ぐため、陰極 15 の有機層と接しない部分に、耐食性のある金属からなる保護層を設ける。

この保護層形成用の材料としては例えば銀やアルミニウムなどが好ましく用いられる。

・陰極の仕事関数を小さくするために、陰極 15 と有機層との界面部分に仕事関数の小さな酸化物やフッ化物、金属、化合物等を挿入する。

例えば、陰極 15 の材料をアルミニウムとし、界面部分にフッ化リチウムや酸化リチウムを挿入したものも用いられる。

【0076】

陰極15は、真空蒸着法、スパッタリング法、イオン化蒸着法、イオンプレーティング法、電子ビーム蒸着法などの公知の薄膜成膜法によって形成できる。

陰極15の膜厚は、使用する電極物質の材料にもよるが、一般に、5nm～1μm程度、好ましくは5～1000nm程度、特に好ましくは10nm～500nm程度、望ましくは50～200nmに設定される。

陰極のシート電気抵抗は、数百オーム/シート以下に設定することが好ましい。

【0077】

なお、陰極15は、有機電界発光層13よりも光取り出し側に設けられる場合には、取り出す光に対する透過性を有している必要がある。この性能を備えた陰極15としては、例えば、超薄膜のマグネシウム-銀合金に透明な導電性酸化物を積層化して形成された電極などがある。また、この陰極15において、導電性酸化物をスパッタリングする際に発光層13などがプラズマにより損傷するのを防ぐため、銅フタロシアニンなどを添加したバッファ層を陰極15と有機層との間に設けるとよい。

【0078】

〈その他の層、添加剤〉

本実施の形態に係る有機電界発光素子1には、図1に示す層以外の公知の層を設けてもよい。また、構成する層に公知の添加剤（ドーパント）等を添加させても（ドーピングしても）よい。

【0079】

（層間に設ける層）

層同士の密着性を向上させたり、電子注入性又は正孔注入性を向上させたりするための層を設けてもよい。

例えば、陰極15を形成する材料と電子注入輸送層14を形成する材料とを共蒸着させた陰極界面層（混合電極）を両者の間に設けてもよい。これにより、有機層（電子注入輸送層14）と陰極15との間に存在する電子注入のエネルギー障壁を緩和できる。また、陰極15と電子注入輸送層14との密着性を向上させ

ることできる。

陰極界面層形成用の材料は、陰極界面層に以上の性能を付与する材料であれば特に制限なく採用でき、公知の材料も用いることができる。例えば、フッ化リチウム、酸化リチウム、フッ化マグネシウム、フッ化カルシウム、フッ化ストロンチウム、フッ化バリウム等のアルカリ金属、アルカリ土類金属のフッ化物、酸化物、塩化物、硫化物等を用いることができる。陰極界面層は、単独の材料で形成してもよいし、複数の材料によって形成してもよい。

陰極界面層の膜厚は0.1 nm～10 nm程度であり、好ましくは0.3 nm～3 nmである。

陰極界面層は陰極界面層内で膜厚を均一に形成してもよいし、不均一に形成してもよく、島状に形成してもよい。陰極界面層は真空蒸着法などの公知の薄膜成膜法によって形成することができる。

【0080】

(保護層)

有機電界発光素子1が酸素や水分と接触するのを防止する目的で、保護層(封止層)を設けてもよい。

保護層に使用する材料としては、例えば、有機高分子材料、無機材料、さらには光硬化性樹脂などを挙げることができ、保護層に使用する材料は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。保護層は、一層構造であってもよく、また多層構造であってもよい。

有機高分子材料の例としては、フッ素化樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、エポキシシリコン樹脂、ポリスチレン、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリパラキシレン、ポリエチレン、ポリフェニレンオキサイドなどを挙げることができる。

無機材料としては、ダイヤモンド薄膜、アモルファスシリカ、電気絶縁性ガラス、金属酸化物、金属窒化物、金属炭素化物、金属硫化物などを挙げることができる。

【0081】

また、素子を、例えば、パラフィン、流動パラフィン、シリコンオイル、フル

オロカーボン油、ゼオライト添加フルオロカーボン油などの不活性物質中に封入して保護することができる。

【0082】

(ホールブロック層)

ホールブロック層は、有機電界発光層 13 と電子注入輸送層 14 との間に設けられ、正孔が電子注入輸送層 14 へ侵入するのをブロックする機能を有する層である。この層を設けることで、正孔が有機電界発光層 13 で電子と再結合せずに電子注入輸送層 14 にまで達することが防ぐことができ、素子 1 の発光効率を高くできる。

ホールブロック層形成用の材料は一般に、発光層 13 に用いた材料のイオン化ポテンシャルよりも大きいイオン化ポテンシャルを有する材料が用いられ、例えば、電子注入輸送層 14 に用いることができる材料であって、発光層 13 に用いた材料よりもイオン化ポテンシャルが大きい材料を用いる。なお、発光層 13 の材料のイオン化ポテンシャルよりも 0.1 eV 以上大きいイオン化ポテンシャルを有する材料は、ホールを効果的にブロックするために好ましく用いられる。ホールブロック層は単独の層によって構成してもよいし、複数の層によって構成してもよい。また、単独の材料により形成してもよく、複数の材料により形成してもよい。

ホールブロック層の膜厚は 0.5 ~ 50 nm、好ましくは 1 ~ 10 nm である。

ホールブロック層は真空蒸着法などの公知の成膜法によって形成することができる。

【0083】

(正孔注入輸送層 12、電子注入輸送層 14 へのドーピング)

正孔注入輸送層 12 や電子注入輸送層 14 に、蛍光材料又は燐光材料をドーピングし、これらの層でも光を発するようにしてもよい。

【0084】

(陰極 15 に隣接する層へのアルカリ金属やアルカリ金属化合物のドーピング)

陰極 15 にアルミニウムなどの金属を用いる場合に、電極（金属）と有機層との間のエネルギー障壁を緩和するために、陰極に隣接する層へアルカリ金属やアルカリ金属化合物をドーピングしてもよい。添加した金属や金属化合物により有機層が還元されてアニオンが生成するため、電子注入性が高まり、印加電圧が低くなる。アルカリ金属化合物としては、例えば酸化物、フッ化物、リチウムキレートなどが挙げられる。

【0085】

[駆動回路]

図 1 に示す駆動回路 3 は、陽極 11 及び陰極 15 と電氣的に接続され、有機電界発光素子 1 に一定の大きさの電流を流して有機電界発光層 13 を発光させる（駆動する）。そして、パルス幅変調制御を行う。つまり、一フレームにおいて有機電界発光素子 1（有機電界発光層 13）を光らせる時間を変えることで輝度（階調）を制御する。以下に、パルス幅変調制御の一例として時分割階調制御を行う例を示す。

【0086】

時分割階調制御としては公知の方法を採用でき、例えば DPS（Display-Period-Separated）法や SES（Simultaneous-Erasing-Scan、同時消去）法などを用いることもできる。

【0087】

DPS 法は、有機電界発光素子 1 を光らせる時間（単位時間、一フレーム）を、長さの異なる複数のサブフレーム（SF）に分割し、SF において有機電界発光素子 1 を光らせるか光らせないかを制御する階調制御法である。

例えば図 2 に示す例では、一フレームを 6 つの SF に分割している。各 SF は、データ蓄積時間 AP（Addressing Period）と発光時間 LP（Lighting Period）とで構成されている。つまり、有機電界発光素子 1 は、各 SF において LP で示される部分で発光する。また、SF1～SF6 における LP1～LP6 の時間比 LP1:LP2:LP3:LP4:LP5:LP6=1:2:4:8:16:32 に設定している。したがって、LP1～LP6 のいずれか一つ又は複数（すべてを含む）を光らせるか、すべてを光らせ

ないか制御することで、一フレームにおける発光時間が64段階に制御できる。
つまり64階調を表現できる。

【0088】

DPS法を採用する場合には、有機電界発光素子1が形成された各画素又は各サブピクセルに、例えば図3に示すような2トランジスタ方式の駆動装置（駆動回路）3を接続する。なお、サブピクセルとは画素を構成する発光要素のことで、一般には赤色の光を出すためのサブピクセル、青色の光を出すためのサブピクセル及び緑色の光を出すためのサブピクセルによって一画素を形成している。

【0089】

駆動回路3では、APの間には、選択ライン30によりスイッチングTFT（SwTFT）31をオンさせ、コンデンサ32に信号電圧V_{dd}を書き込む。また、陽極11の電位を信号電位と同じに上げておく（HIGHにする）。このため、TFT33は、APの間には有機電界発光素子1に電流を流さない。つまり、有機電界発光素子1は発光しない。

LPの間には、陽極11の電位を下げる（LOWにする）。これにより、TFT33は、有機電界発光素子1に電流を流す。つまり、有機電界発光素子1は発光する。

【0090】

SES法は、DPS法を改良した階調制御法であり、DPS法とLPの時間が同じ場合にはフレームの時間を短くでき、DPS法とフレームの時間が同じ場合には駆動周波数を低くできる。例えば図4（a）に示すような3トランジスタの駆動装置（駆動回路）3'により、（b）に示すように階調制御する。

【0091】

駆動回路3'は、選択ライン34が選択されるとSwTFT35がオンとなり、LOW電位が駆動TFT37のゲートに印加される。これにより駆動TFT37がオンとなり、コンデンサ36へのデータの蓄積と有機電界発光素子1での発光が始まる。所定時間（LP1～LP6）後に、ESライン38から消去信号が入り、SwTFT39がオンとなり、HIGH電位が駆動TFT37のゲートに印加される。これにより駆動TFT37がオフになり、有機電界発光素子1での

発光はシャットダウンし、コンデンサ 36 の蓄積容量もゼロにリセットされる。

【0092】

駆動回路 3' における SF 1～SF 3 のような短時間の SF では、次の SF までの期間に非発光の時間（図 4（b）に斜線ありで示す部分）が発生する。

一方、SF 4～SF 6 のように長時間の SF の場合には、行方向の走査時間に余裕があるため、非発光の時間を設ける必要がない。したがって、このような SF においては消去信号が不要になる。

【0093】

なお、第一の有機電界発光装置では、一定の大きさの電流を用いてパルス幅変調制御（PWM）を行う駆動装置であれば、上記した以外のどのような装置（パルス幅変調法／時分割階調制御法）でも採用できる。

また、以上には駆動装置 3 としてアクティブマトリックス駆動を行う有機電界発光装置の例を示したが、パッシブマトリックス駆動を行う有機電界発光装置としてもよい。

【0094】

このように、第一の有機電界発光装置は、それぞれ異なる燐光材料が添加された二つの発光層が積層されて二以上の波長の光を発する有機電界発光素子を、一定の大きさの電流によって階調制御する DPS 法や SES 法などのパルス幅変調制御法を用いる駆動装置によって駆動する。これにより、階調や輝度によって色度が異なる（色バランスが崩れる）ということがない。

また、第一の有機電界発光装置は、次のように変形することもできる。

【0095】

[第一の有機電界発光装置の変形例 1]

第一の有機電界発光装置の駆動装置 3 は、パルス幅変調制御を行う代わりに面積階調制御を行ってもよい。

面積階調制御とは、画素又はサブピクセルをさらに複数の発光部に分け、いずれの発光部を光らせるか光らせないかを制御することにより階調を表現する制御法である。

【0096】

例えば、図 5 に示すように、サブピクセル 5 0 を 9 つの発光部 5 1 ～ 5 9 で構成すれば、9 階調を表現できる。すなわち、発光部 5 1 だけを光らせる、発光部 5 1 ～ 5 2 を光らせる、発光部 5 1 ～ 5 3 を光らせる…という制御を行うことで階調を表現する。

【0 0 9 7】

[第一の有機電界発光装置の変形例 2]

また、第一の有機電界発光装置の駆動装置 3 は、パルス幅変調制御に加えて面積階調制御を行ってもよい。

つまり、画素又はサブピクセルをさらに複数の発光部に分け、いずれの発光部をどれだけの時間（どの S F だけ）光らせるか制御することで階調を表現する。これにより、パルス幅変調制御や面積階調制御のみで階調を表現するよりも詳細な階調表現が可能になる。

次に、本実施の形態に係る第二の有機電界発光素子について説明する。

【0 0 9 8】

《第二の有機電界発光装置》

本実施の形態に係る第二の有機電界発光装置は、有機電界発光素子が、二種以上の燐光材料が含有された発光層を有する点、及び、有機電界発光層がこの発光層のみで形成されていてもよい（単層構造でもよい）点が第一の有機電界発光装置とは異なる。

【0 0 9 9】

第二の有機電界発光装置では、上記発光層から二以上の光が発せられる。この場合にも、上記 T-T アニヒレーション現象が生じる。

そこで、第二の有機電界発光素子においては、パルス幅変調制御法や面積階調制御を行い、一定の大きさの電流によって有機電界発光素子を駆動する。

なお、二以上の光を発する発光層を備えるため、有機電界発光層は単層構造であってもよい。

次に、本実施の形態に係る第三の有機電界発光装置について説明する。

【0 1 0 0】

《第三の有機電界発光装置》

本実施の形態に係る第三の有機電界発光装置は、発光層に、燐光材料の代わりに蛍光材料（蛍光ドーパント、蛍光性の材料）が添加されている点、及び駆動装置 3 が 1 A/cm^2 以上の一定の大きさの電流によって有機電界発光素子を駆動する点が第一の有機電界発光装置と異なる。

【0101】

蛍光材料を発光材料として添加された発光層は、例えばパッシブマトリックス駆動による超大型ディスプレイやキャスターライトなどでは、十分な輝度を得るために 1 A/cm^2 以上の電流密度で駆動される。

しかし、 1 A/cm^2 以上の電流密度で駆動されると S-S アニヒレーション現象により量子効率の低下が顕著になる。したがって、 1 A/cm^2 以上の一定の大きさの電流によって色度が調整されても、電流密度が変わると色度が変わってしまう（色度が変わったことを目視で確認できてしまう）。

そこで、第三の有機電界発光素子においては、時分割階調制御や面積階調制御などのパルス幅変調制御法を用い、一定の大きさの電流によって有機電界発光素子を駆動する。

以下、第三の有機電界発光素子の有機電界発光層について説明する。

【0102】

〈有機電界発光層〉

第三の有機電界発光素子の有機電界発光層も、第一の有機電界発光素子の有機電界発光層と同様に、第一の波長の光を発する第一発光層と第二の波長の光を発する第二発光層とを少なくとも備える。また、第三、第四の波長の光を発する発光層を備えていてもよい。

【0103】

第一の発光層及び第二の発光層は、それぞれホストに蛍光材料がドーピングされている。

ホストは、第一の有機電界発光素子におけるホストと同様の機能を備える。一般には、正孔並びに／若しくは電子を輸送する性能を有する材料やガラス転移温度が高い材料などが選ばれる。

蛍光材料は、蛍光性の材料（蛍光色素、蛍光ドーパント）であり、ホストから

のエネルギーを得て基底状態に遷移する際に発光する、常温において励起状態の一重項から発光を取り出すことのできる材料である。一般には、高い蛍光量子効率を有する材料が選ばれ、添加量はホストに対して0.01重量%以上5重量%以下である。

【0104】

ホストは、公知の材料を選択すればよい。例えば、ジスチリルアリレーン誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、ジスチリルアミン誘導体、キノリノラト系金属錯体、トリアリールアミン誘導体、アゾメチン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ピラゾロキノリン誘導体、シロール誘導体、ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、ジカルバゾール誘導体、ペリレン誘導体、オリゴチオフエン誘導体、クマリン誘導体、ピレン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ベンゾピラン誘導体、ユーロピウム錯体、ルブレン誘導体、キナクリドン誘導体、トリアゾール誘導体、ベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体を挙げることができる。

【0105】

以上に挙げたような材料の中でも、赤色や緑色、黄色を発する発光層用のホストとしては、例えば、ジスチリルアリレーン誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、ジスチリルアミン誘導体、キノリノラト系金属錯体、トリアリールアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、シロール誘導体、ジカルバゾール誘導体、オリゴチオフエン誘導体、ベンゾピラン誘導体、トリアゾール誘導体、ベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体等が好適に用いられ、Alq3、トリフェニルアミンの4量体、4,4'-ビス(2,2'-ジフェニルビニル)ビフェニル(DPVBi)が特に好ましく用いられる。

青色を発する発光層用のホストとしては、例えば、ジスチリルアリレーン誘導体、スチルベン誘導体、カルバゾール誘導体、トリアリールアミン誘導体、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(p-フェニルフェノラト)アルミニウム等が好適に用いられる。

【0106】

赤色を発する発光層用の蛍光材料としては、例えば、ユーロピウム錯体、ベン

ゾピラン誘導体、ローダミン誘導体、ベンゾチオキサンテン誘導体、ポルフィリン誘導体、ナイルレッド、2-(1,1-ジメチルエチル)-6-(2-(2,3,6,7-テトラヒドロ-1,1,7,7-テトラメチル-1H,5H-ベンゾ(i,j)キノリジン-9-イル)エテニル)-4H-ピラン-4H-イリデン)プロパンジニトリル(DCJT B)、DCM等が挙げられる。

【0107】

緑色を発する発光層用の蛍光材料としては、例えば、クマリン誘導体、キナクリドン誘導体等が挙げられる。

【0108】

青色を発する発光層用の蛍光材料としては、例えば、ジスチリルアミン誘導体、ピレン誘導体、ペリレン誘導体、アントラセン誘導体、ベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、クリセン誘導体、フェナントレン誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、テトラフェニルブタジエン等が挙げられる。

【0109】

黄色を発する発光層用の蛍光材料としては、例えばルブレンが挙げられる。

【0110】

発光層は、例えば真空蒸着法やスピンコート法、キャスト法、LB法等の公知の薄膜化法により、第一発光層及び第二発光層を正孔輸送注入層上に順次設けることで形成できる。

第一発光層や第二発光層などの発光層を形成する各層の膜厚は、採用する材料(ホスト及び蛍光材料)にもよるが、一般には1nm~100nm程度であり、好ましくは2~50nm程度である。

次に、第四の有機電界発光装置について説明する。

【0111】

《第四の有機電界発光装置》

本実施の形態に係る第四の有機電界発光装置は、有機電界発光素子が、二種以上の蛍光材料が含有された発光層を有する点、及び、有機電界発光層がこの発光層のみで形成されていてもよい(単層構造でもよい)点が第三の有機電界発光装

置とは異なる。

【0112】

第四の有機電界発光装置では、上記発光層から二以上の光が発せられる。この場合にも、 1 A/cm^2 以上の電流密度で駆動されると上記 S-S アニヒレーション現象が生じる。

そこで、第四の有機電界発光素子においては、時分割階調制御や面積階調制御などのパルス幅変調制御法を用い、 1 A/cm^2 以上の一定の大きさの電流によって有機電界発光素子を駆動する。

なお、二以上の光を発する発光層を備えるため、有機電界発光層は単層構造であってよい。

【0113】

【発明の効果】

以上の説明からも明らかなように、本発明によれば、どのような階調を表す場合でも色度が概略同一の有機電界発光装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施の形態に係る有機電界発光装置の構成を示す図である。

【図2】

DPS法により階調制御する例を説明するための図である。

【図3】

DPS法を実施するための駆動装置（駆動回路）の構成例を示す回路図である。

【図4】

(a) が SES法により階調制御する例を説明するための図で、(b) が SES法を実施するための駆動装置（駆動回路）の構成例を示す回路図である。

【図5】

面積階調処理を行う場合の画素又はサブピクセルの画素構造を示す。

【図6】

T-T アニヒレーション現象及び S-S アニヒレーション現象を説明するため

のグラフである。

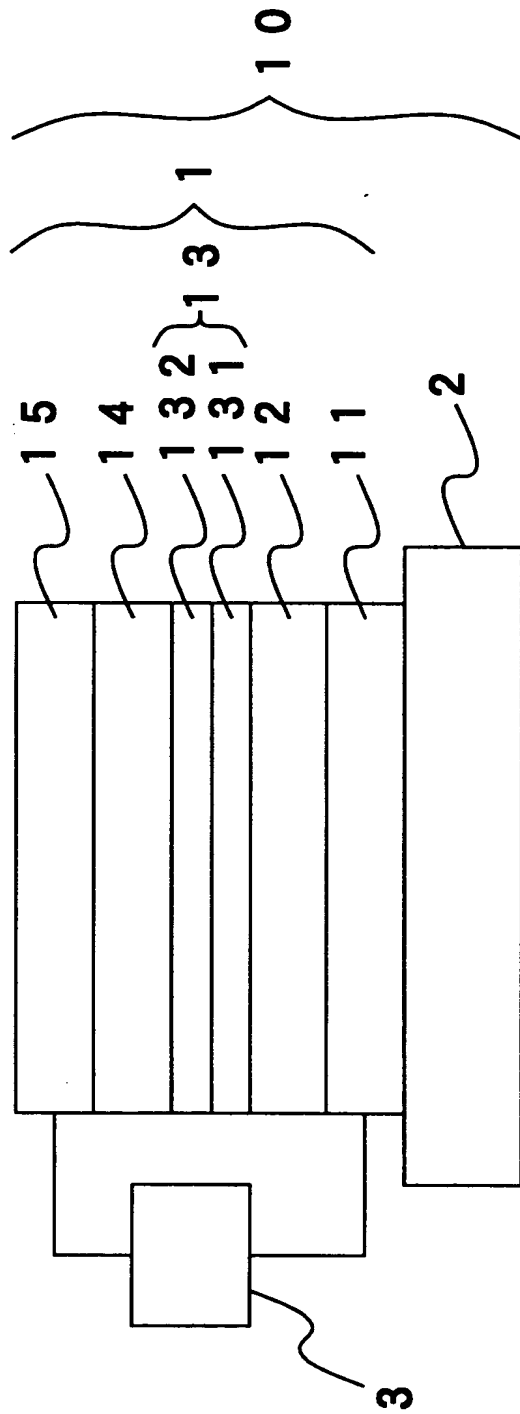
【符号の説明】

- 1 有機電界発光素子
- 1 0 有機電界発光デバイス
- 1 1 陽極
- 1 2 正孔注入輸送層
- 1 3 有機電界発光層
- 1 3 1 第一発光層（発光層）
- 1 3 2 第二発光層（発光層）
- 1 4 電子注入輸送層
- 1 5 陰極
- 2 基板
- 3 駆動装置（駆動回路）

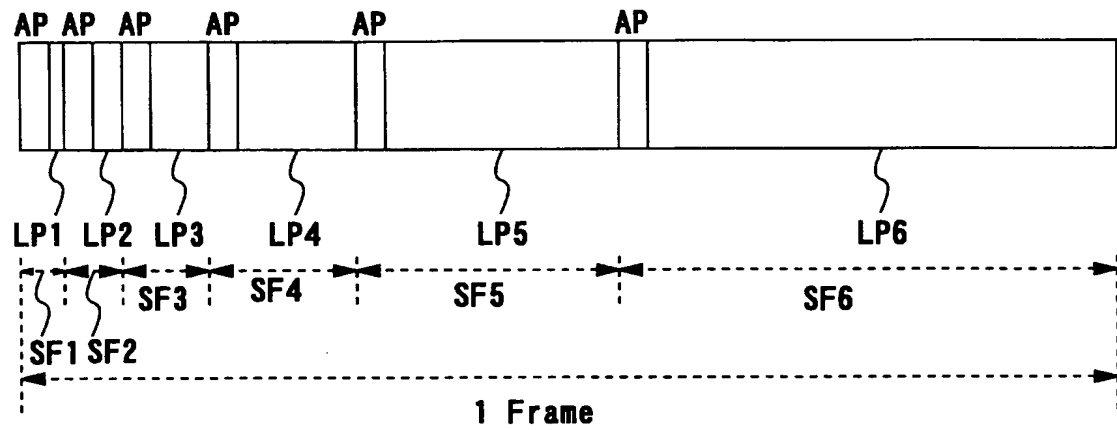
【書類名】

図面

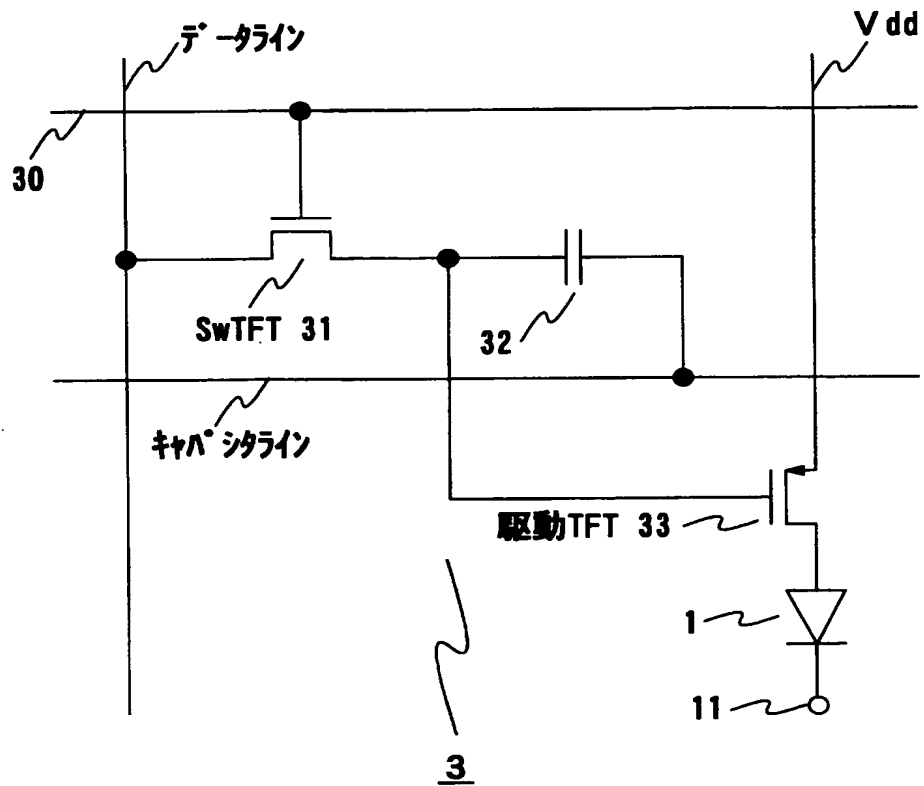
【図 1】



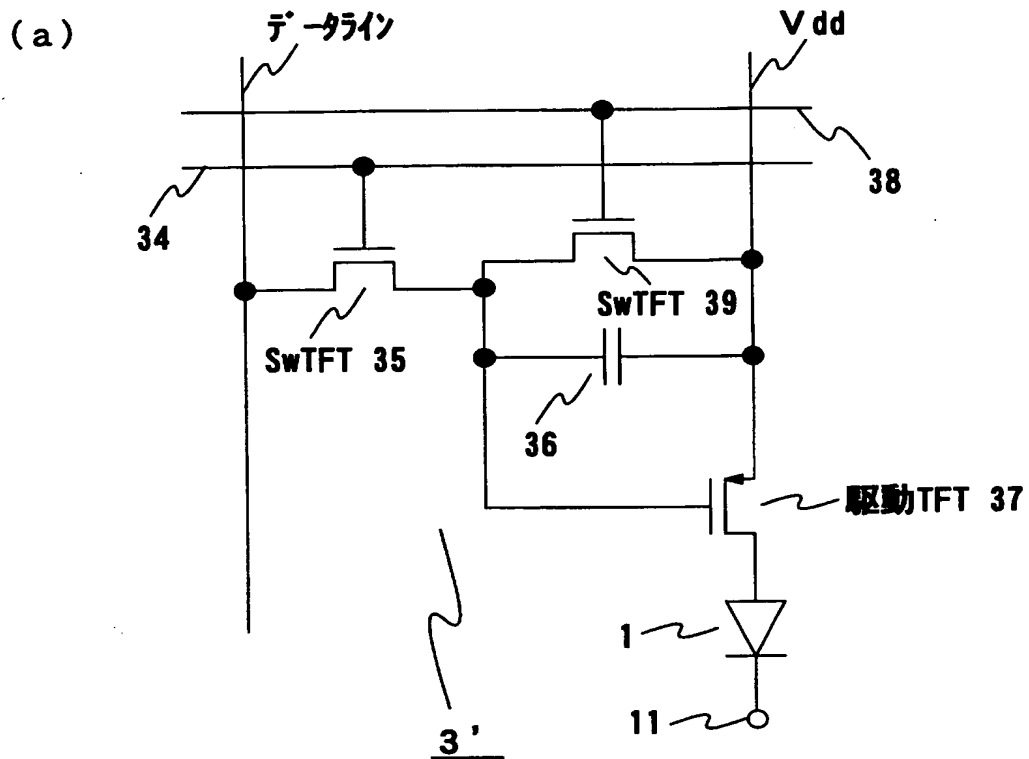
【図 2】



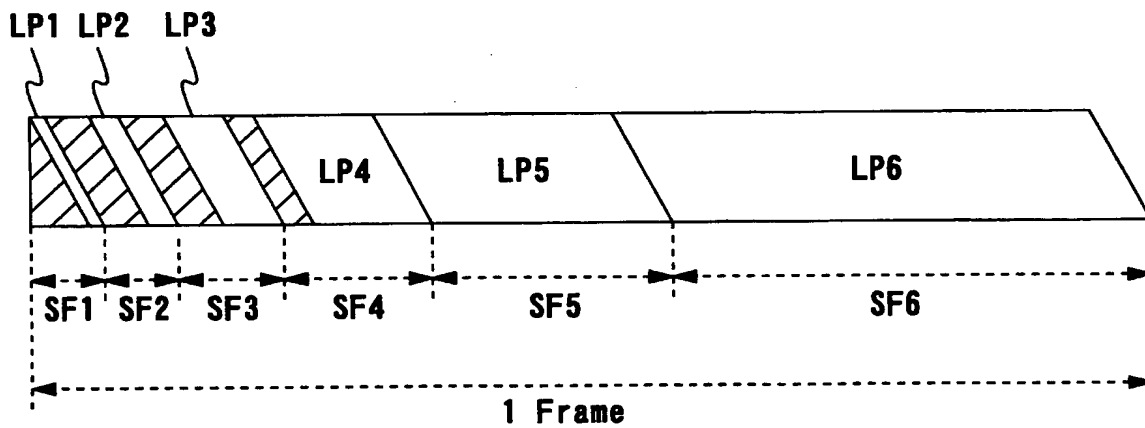
【図 3】



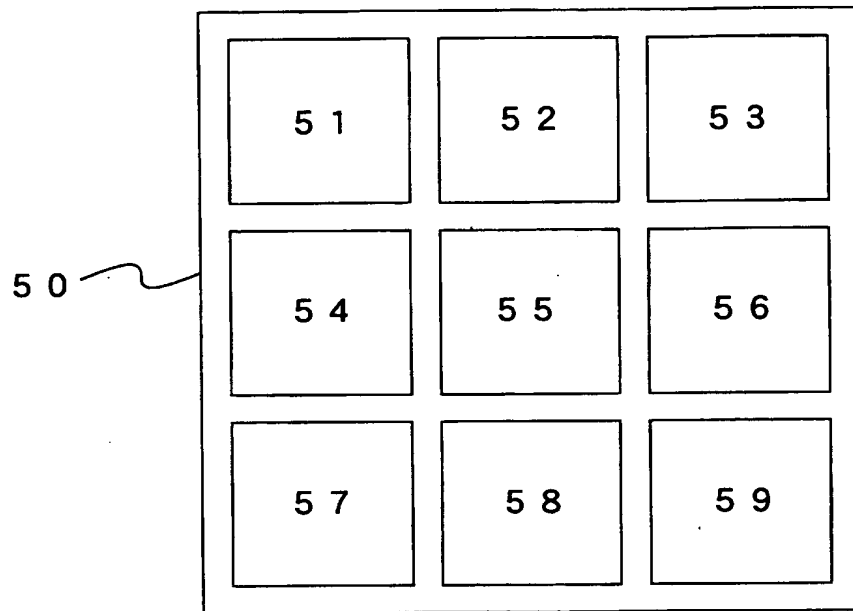
【図 4】



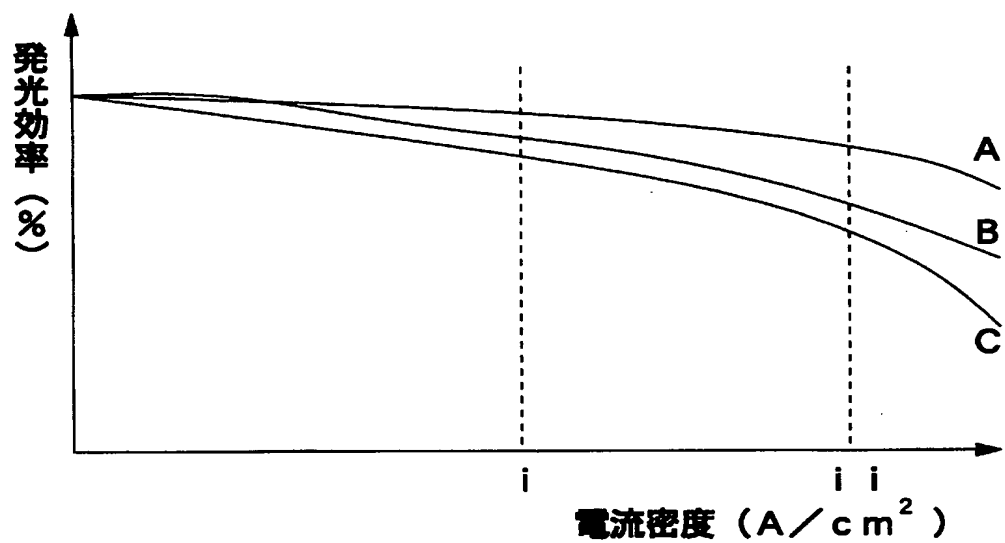
(b)



【図 5】



【図 6】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 階調制御を行っても色度の変化がほほない有機電界発光装置を提供する。

【解決手段】 有機電界発光装置は、一対の電極 11、15 間に、少なくとも二つの発光層 131、132 が積層された有機電界発光素子 1 と、駆動装置 3 とを備える。各発光層 131、132 には、それぞれ発光色が異なる燐光材料が添加される。駆動装置 3 は、電極 11、15 に接続され、一定の大きさの電流により有機電界発光素子 1 を駆動する。階調は時分割階調制御により表現する。

【選択図】 図 1

特願 2003-014113

出願人履歴情報

識別番号

[000003218]

1. 変更年月日

2001年 8月 1日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地

氏 名

株式会社豊田自動織機